

Sinnepsgassprengjur á afvegum í Faxaflóa

Sinnepsgas: notkun þess og eitranir

Jakob Kristinsson
dósent

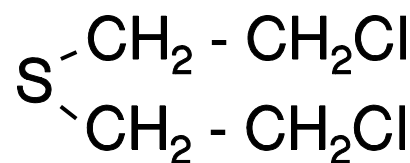
Porkell Jóhannesson
prófessor úr embætti

Ágrip

Sagt er frá fundi tveggja sinnepsgassprengikúlna sem komu upp árið 1972 með skeljasandi úr Faxaflóa vegna aðdrátta til Sementsverksmiðju ríkisins á Akranesi. Önnur sprengjan festist í mulningsvél í verksmiðjunni. Hún rifnaði og úr henni lak dökkur, hvítlaukslyktandi vökví, en sprakk síðan, þegar átti að losa hana. Hin sprengjan var sprengd á víðavangi. Sagt er frá eitrunareinkennum hjá þeim mönnum, sem véluðu um sprengjurnar, svo og helstu eitrunareinkennum af völdum sinnepsgass. Lögð er áhersla á megingildi tafarlausrar hreinsunar og þvottar við sinnepsgaseitranir. Hið virka efni í sinnepsgasi, TTS (tvíklórtvíetýlsúlfíð), er auðframléitt og engar hömlur eru á notkun þeirra grunnefna, sem unnið er úr. Talið er að sinnepsgassprengjur leynist enn í vopnabúri ýmissa þjóða þrátt fyrir bann við að framleiða, eiga eða nota slíkar sprengjur. Þá eru vísbendingar um að skemmdaverkamenn hafi haft ýmis spjót úti til þess að komast yfir sinnepsgassprengjur. Því megi enn búast við sinnepsgaseitrunum.

Inngangur

Árið 1860 bjó enskur prófessor, Frederick Guthrie að nafni, til brennisteinssamband í vökvaformi, sem efnafræðilega heitir tvíklórtvíetýlsúlfíð (TTS, sjá mynd 1). Efnið var ekki hreint og af því var lýkt „ekki ógeðfelld, en erfitt að skilgreina“ og bragð „mjög sætt og stingandi“. Með því að efnið minnti á sinnep (e. mustard), bæði að lit, bragði og lykt og var brennisteinssamband festist við það nafnið brennisteins-mustarður (e. sulphur mustard). Íslenska orðið sinnep er venjulega haft um kryddið fullgert en mustarður fremur notað um möluð fræ sinnepsplöntunnar (*Sinapis alba*) og nokkurra annarra plantna af krossblómaætt sem notuð eru til sinnepsgerðar.¹ Við framleiðslu á brennisteins-mustarði myndast ýmis brennisteinssambönd (óhreinindi), sem gefa honum sína sérkennilegu lykt. Hreint TTS er aftur á móti talið lyktar- og bragðlaust. Ýmsum efnum er blandað í



Mynd 1. Tvíklórtvíetýlsúlfíð (TTS).

brennisteins-mustarð til þess að auðvelda notkun í hernaði. Nefnist efnið þá *sinnepsgas* (e. mustard gas) og er því heiti haldið hér.

Guthrie gerði enn fremur þá uppgötvun að: „Einn dropi á tunguna skemmir þekju tungunnar og veldur sársauka, sem stendur í marga daga“. Hann benti einnig á að brennisteins-mustarður gæti valdið langvarandi bólgu í augnlokum.² Síðar kom í ljós að TTS myndi vera dæmigert *blöðrugefandi efni* (e. vesicant) og gæti framkallað áverka á húð er oft líkist annarrar gráðu bruna. Var enn fremur talið að sinnepsgasi mætti dreifa úr sérstökum sprengjum, *sinnepsgassprengjum* (e. mustard gas bombs), á vígvelli og gera bardagamenn með því óviga. Þetta leiddi svo til þess að Þjóðverjar freistuðust til þess fyrstir allra að nota sinnepsgas í bardögum í fyrri heimsstyrjöldinni.³

Sinnepsgas var aldrei með vissu notað í síðari heimsstyrjöldinni, en það hefur verið notað í öðrum hernaðaráttökum. Í lok heimsstyrjaldarinnar 1945 áttu stríðsgerendur samt mikið magn sinnepsgassprengna sem mörgum var fargað í sjó, ekki síst í Eystrasalti og Norðursjó, en líklega einnig hér við land (sjá viðauka). Það kom okkur samt í opna skjöldu að tvær slíkar sprengjur skyldu finnast á afvegum í Faxaflóa árið 1972. Við kynnum hér þetta atvik og fjöllum jafnframt nokkru nánar um efnið TTS og sinnepsgas, notkun þess og eitranir af þess völdum og meðferð þeirra. Í lokin er svo stutt umræða. Við þessi skrif er mjög stuðst við hina viðamiklu yfirlitsgrein Sidells, Urbanettis, Smiths og Hursts 1997³, svo og óbirt

Rannsóknastofu í lyfja- og eiturefnafræði,
Hofsvallagötu 53,
107 Reykjavík.

jakobk@hi.is
dr.thorkell@sinnet.is

Mynd 2. Brot sinnepsgassprengju sem árið 1972 kom í Semetnsverksmiðju ríkisins á Akranesi með skeljasandi úr Faxaflóa. Sprengjan festist í mulningsvél í verksmiðjunni og sprakk, þegar reynt var að losa hana. Menn hlutu ekki beina áverka af sprengingunni, en fjórir starfsmenn fengu síðar dæmigerða áverka af völdum sinnepsgasins. Myndin er tekin í RLE 20. október 2008.



gögn Rannsóknastofu í lyfja- og eiturefnafræði (RLE). Hluti af þessum efniviði hefur áður verið kynntur á fundi (NAPC Annual Meeting) sem haldinn var á Íslandi 2002.

Eigindir TTS og notkun sinnepsgass í hernaði

TTS hefur sameindapungann 159,1. Efnið er fljótandi við venjulegan stofuhita (bræðslumark 14,4°). TTS leysist lítið í vatni, en vel í flestum lífrænum leysiefnum. Efnið hefur lítinn eða fremur lítinn uppgufunarþrýsting og gufurnar (gasið) eru þyngri en andrúmsloft. Ef sinnepsgassprengjur eru sprengdar að næturlagi, hefur gufan (gasið) tilhneigingu til þess að liggja við jörð eða í lágum í landinu. Þegar morgnar og lofthiti eykst, færast gufurnar upp í mannhæð eða hærra. Eitrunarhætta er og meiri í heitu loftslagi (Mið-Austurlönd og víðar) en svölu.³

Þjóðverjar komu sinnepsgasi fyrir í sérstökum sprengikúlum sem þeir skutu á óvinina (aðallega Breta) í heiftarlegum orustum við bæinn Ypres í Belgíu í fyrri heimsstyrjöld. Þetta var í júlí 1917. Heitið Ypres festist að nokkru við sinnepsgas, sem

stundum er nefnt *l'ypérite*. Þrátt fyrir að flestar þjóðir gengjust undir bann við notkun efnavopna og lífefnavopna í hernaði þegar árið 1925 (The 1925 Geneva Protocol), hefur sinnepsgas þó síðan allnokkrum sinnum verið notað í hernaði að því talið er. Þannig er álitð að Ítalir hafi beitt sinnepsgasi í bardögum við Abyssíníumenn (Etíópíumenn) árið 1935. Japanir notuðu sennilega einnig sinnepsgas gegn Kínverjum á árunum 1937-1944 og Egyptar gegn Jemenum á 7. áratug síðustu aldar. Þá notuðu Írakar sinnepsgas (og einnig tabún) með vissu í stríði við Írana á árunum 1982-1988. Hermenn frá Íran sem urðu fyrir sinnepsgasárásum á vígvellinum voru í sumum tilfellum fluttir til annarra landa til meðferðar þannig að áverkar þeirra urðu dæmdir af óvillhöllum læknum. Þar að auki var vökvi frá að minnsta kosti einni ósprunginni sprengju greindur bæði í Sviss og Svíþjóð og staðfest að í honum væri tvíklórtvíetýlsúlfíð (TTS).^{3,4} Enda þótt sinnepsgas væri aldrei notað með vissu í síðari heimsstyrjöld varð samt mikil eitrun af völdum sinnepsgass á þeim árum,^{3,5} sjá einnig síðar.

Nítur-mustarður

Nítur-mustarður (e. nitrogen mustard) er eins að gerð og brennisteins-mustarður, að því undanskildu að nítur (köfnunarefni) er í sameindinni í stað brennisteins (sjá mynd 1). Árið 1919 var því lýst að sinnepsgaseitrun gæti leitt til hvítkornafæðar, mergþurrðar, hrönnunar í eitlavef og sára í meltingarvegi. Á árunum milli heimsstyrjalda fóru fram miklar rannsóknir með nítur-mustarð sem síðar leiddi til þess að farið var að nota eitt afbrigði hans, með heitinu *meklóretamín*, til lækninga á illkynja sjúkdómum. Þetta var árið 1942 og má segja að meklóretamín sé í raun fyrsta krabbameinslyfið. Það er enn notað í blöndum við önnur lyf gegn Hodgkins sjúkdómi. Nítur-mustarður hefur aftur á móti aldrei verið notaður í hernaði og þykir einkum af tæknilegum sökum ekki henta til þess.^{3,6} Það auðveldar hins vegar mjög notkun meklóretamíns til lækninga að af því má búa til vatnsleysanleg sölt.

Sprengjufundurinn í Faxaflóa

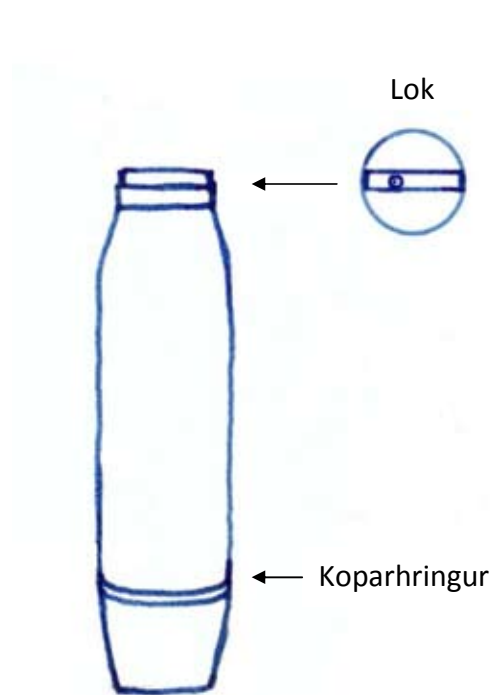
Meðal aðfanga til sementsframleiðslu í Sementsverksmiðju ríkisins á Akranesi var skeljasandur af botni Faxaflóa. Þann 21. febrúar 1972 barst sprengja inn í verksmiðjuna með skeljasandi úr Flóanum. Komst sprengjan í grjótkvörn í verksmiðjunni og sprakk þar svo sem nánar segir frá. Tveimur dögum áður hafði önnur sprengja sömu gerðar borist á land með skeljasandi, en náði

ekki að komast inn í verksmiðjuna sjálfa. Var hún síðar sprengd á víðavangi.

Sprengjan hafði stöðvað kvörnina og rofnað um leið. Við það fór vökvi að leka úr sprengjunni og út úr kvörninni. Af vökvanum var lykt, sem minnti á hvítlauk. Tveir starfsmenn Sementsverksmiðjunnar voru látnir losa sprengjuna úr kvörninni og aðrir tveir hafðir þeim til aðstoðar. Þeir töldu að um saklausan málmhlut væri að ræða og ætluðu að skera hann sundur með logsuðuloga. Skömmu eftir að þeir hófu verkið sprakk sprengjuhleðslan. Þá fór svo að vökvi sem eftir var í sprengjunni, spýttist á mennina. Allmörgum klukkustundum síðar fengu fjórmennirnir dæmigerð einkenni í húð og augum um eitrun af völdum sinnepsgass. Þeir voru fluttir í slysadeild Borgarspítalans til aðhlynningar og voru svo lagðir í spítalann. Frá þessu greinir í frétt í Morgunblaðinu 23. febrúar 1972. Þar segir að tveir mannanna hafi brennst bæði í andliti og á höndum, en tveir einungis á höndum. Í frétt Morgunblaðsins segir enn fremur að leitað hefði verið til sprengjusérfræðings lögreglunnar í Reykjavík og sprengjusérfræðinga á Keflavíkurflugvelli.⁷ Málinu var svo vísað til lögreglurannsóknar hjá bæjarfógetanum á Akranesi, sem leitaði til RLE um greiningu á sýnum.

Sýni sem sent var til RLE daginn eftir (22. 2. '72) var dökkbrúnn vökvi sem lekið hafði úr sprengjubrotunum. Vökvinn hafði stingandi lykt er minnti á lykt af hvítlauk. Sýnið var rannsakað samkvæmt greiningaferlum rannsóknastofu Dönsku almannavarnanna.⁸ Enn fremur var sýnið skoðað í innrauðu og útfjólubláu ljósi í ljós-gleypnimælum. Niðurstaðan varð sú að TTS væri í sýninu. Það var svo staðfest síðar í varðveittu sýni með gasgreiningu samtengdri massagreiningu (GC/MS) þegar þær greiningaraðferðir urðu aðgengilegar. Sprengjan sundurtætt sem sýnið lak úr, sést á mynd 2. Upphaflega voru sprengjurnar málmsívalningar með loki á, sjá mynd 3.

Hin sprengjan sem fannst utan dyra var sprengd á víðavangi við Elínarhöfða 22. 2. '72. Það gerði sprengjusérfræðingur lögreglunnar í Reykjavík að viðstöddum Helga Andréssyni, lögregluþjóni á Akranesi. Sprengjan var sprengd með dýnamíti í klettaskor nærri sjó. Sem betur fer stóð vindur á sjó út. Að sögn Helga fylgdi mikill mökkur sprengingunni líkt og þegar tárassprengja er sprengd. Af staðnum lagði mjög sterka lykt af sinnepsgasi og sterk lykt var að sögn af tvímenningunum þegar þeir komu í Sementsverksmiðjuna að verki loknu. Helgi brenndist framan á læri og rakti það til þess að hann kannaði á eftir staðinn þar sem sprengt hafði verið.



Mynd 3. Rissmynd af sinnepsgassprengju sem fannst utandyra í Sementsverksmiðju ríkisins á Akranesi 1972. Sprengjan var 75 mm í þvermál og u.þ.b. 300 mm löng. Myndin er gerð á vettvangi af JK eftir lýsingu Helga Andréssonar, lögregluþjóns, jafnframt því sem hliðsjón var höfð af útliti sprengjubrotsins sem sýnt er á mynd 2. Sjá einnig víðauka.

Þegar hér var komið sögu fór forstjóri Sementsverksmiðjunnar (tæknilegur forstjóri) þess á leit við RLE að stofnunin sendi mann til Akraness til vettvangskonunnar og frekari sýnatöku. Lá það að baki beiðninni að forstjórinn óttaðist að hættuleg mengun kynni að vera í verksmiðjunni og í grennd. Varð úr að annar okkar (JK) færi (25. 2. '72) upp á Akranes og tæki þar alls 25 sýni til rannsóknar. Rannsóknin leiddi í ljós að sinnepsgas hefði lekið í nokkrum mæli úr sprengjunni sem festist og sprakk í mulningsvélinni. TTS varð einnig greint í sýnum sem tekin voru við Elínarhöfða í námunda við þann stað er heila sprengjan hafði verið sprengd með dýnamíti. Við þessa rannsókn var enn fremur haft samband við enskan vísindamann, dr. Alan Curry.⁹

Þegar JK kom á Akranes hittu hann fyrir sprengjusérfræðinginn úr Reykjavík og fjóra bandaríska hermenn af Keflavíkurflugvelli sem áður nefnir. Töldu hvorir tveggja að þeir ættu að fá heim með sér sprengjuleifarnar úr kvörninni. Við fengum því bæjarfógetann á Akranesi til þess að lýsa því yfir að sprengjan væri „okkar“ og skyldi vera geymd í RLE. Var þetta gert í ljósi þess að RLE var rannsóknaraðili í málinu. Ameríkumenn komu þó að sögn undan litlum feng, lokinu af sprengjunni sem mun hafa dottið af í mulningsvélinni – og létum við það gott heita!

En hvaðan var sprengjan (sprengjurnar)? Á ytra byrði hennar eru í málminum merki sem að vísu eru ekki mjög glögg, né auðveld ósprengjufróðum mönnum að ráða í (mynd 4). Sprengjan gæti



Mynd 4. Myndin sýnir óljóst merki í málminum á ytra byrði sinnepsgassprengjunnar (sbr. mynd 2). Reynt var á sínum tíma að lesa úr þessum merkjum til þess að rekja hvaðan sprengjan væri komin. Myndin er tekin í RLE 20.10.2008.

hugsanlega verið þýsk, en okkur þóttu ekki merkin benda til þess. Við leituðum ráða hjá dr. Alan Curry í Englandi og hann taldi að sprengjurnar hefðu ekki verið enskar.⁹ Af augljósum ástæðum var látið ógert að spyrja Bandaríkjamennina um uppruna sprengnanna. Þess í stað fórum við þess á leit við opinbera aðila að kannað væri hvort sprengjurnar væru amerískar að uppruna. Svar við þeirri málaleitun hefur raunar aldrei borist, þótt það virðist liggja nokkuð í augum uppi í ljósi nýrra upplýsinga (sjá viðauka).

Eitranir af völdum sinnepsgass

Eins og sinnepsgas hefur verið notað á vígvöllum er áverkun þess á augu og húð svo og öndunarvegi mest áberandi.

Næmi húðar og augna gegn eiturrhrifum sinnepsgass er mjög mikið. Dropaögn af fljótandi brennisteins-mustarði á húð, sem inniheldur 10 míkrogr af efninu, nægir til þess að framkalla blöðru. Næmi augna fyrir efninu í formi gass, sinnepsgass, er jafnvel talið enn meira. Dæmigert er að einkenni frá húð sjást fyrst um það bil 4-8 klst. eftir áverkun, en þó venjulega fyrr í augum. Þessi biðtími frá áverkun og þar til einkenni birtast er mjög sérkennandi fyrir eiturrhrif sinnepsgass.³

Einkenni frá húð. Fyrstu einkenni eru roði (erythema), sem minnir á sólbruna. Ef áverkunin (brunninn) er mjög væg, skaðast húðin ekki frekar. Ef áverkunin er meiri myndast blöðrur í húðinni sem eru oft stórar og eru vökvaþylltar (bullae). Sinnepsgas verkar sérstaklega á grunnlag (stratum basale) í yfirhúðinni (hornhúðinni) þar sem eru horngevandi frumur (keratínócytar). Eftir áverkun af völdum sinnepsgass skaddast þessar frumur og þær deyja og leysast upp. Tengslin milli yfirhúðar og undirhúðar (leðurhúðar; corium) rofna og vökvi safnast í millirúmið. Blöðrurnar eru í fyrstu litlar

(vesicula), en skilin milli þeirra bresta smám saman og þær ná „bulla-stærð“ (mynd 5). Ef áverkunin er mjög mikil, eins og getur gerst á vígvelli, er hætta á því að yfirhúðin eyðileggist á stórum svæðum (mynd 6).

Fremur sjaldgæft er að bruni af völdum sinnepsgass gangi niður úr leðurhúðinni, jafnvel á vígvelli. Yfirhúðin grær hins vegar seint og menn sem hafa orðið illa úti vegna sinnepsgasbruna þjást oft af miklum verkjum og þurfa gjarnan á langri spítalavist að halda.³

Vökvinn í blöðrunum inniheldur ekki TTS og yfirleitt er talið að efnið hvarfist mjög fljótt í óvirk efni í líkamanum.³ TTS hefur þó með fullri vissu verið greint í fituvef í írönskum hermanni sem lést eftir sinnepsgasárás í styrjöldinni 1982-1988.¹⁰

Einkenni frá augum. Við væga áverkun á augu verður einungis vart við óþægindi og roða í augunum. Við meiri áverkun verður slímhúðar-bólga í augunum áberandi, þroti og samdráttur í augnlokum (mynd 7), svo og sársauki og skemmd í hornhimnu. Skemmdir í hornhimnu augans geta leitt af sér sjóntruflanir og blindu sem þó nær alltaf er tímabundin. Skemmdir í þekjuvef í augum eru af sama toga og í húð og áður ræðir.³

Einkenni frá öndunarvegi. Sinnepsgas skaðar slímhúð í öndunarvegi eftir honum endilöngum. Skemmdin færast því neðar því meiri sem áverkunin er. Ef slímhúðin er mikið sködduð getur hún myndað slímlægjur (pseudomembranae) og jafnvel stíflað öndunarveginn. Sinnepsgas hefur aftur á móti litla verkun á lungnavefinn og veldur yfirleitt ekki lungnabjúg þótt dæmi um slíkt séu vel þekkt.¹³

Einkennin líkjast í fyrstu mest kvefi með nefrennsli og hósta. Síðar kemur hæsi með þurrum, hvellum hósta og jafnvel raddleysi. Bólgan er í fyrstu ekki ígerð af sýklum. Þegar frá líður er hætta á að sýklar safnist í bólga og skaddaða slímhúðina og geti valdið barkabólgu, berkjubólgu og jafnvel sýklasótt (sepsis). Í slíkum tilfellum er mjög líklegt að TTS hafi náð að frásogast og valda hvítkornafæð og með því dregið úr mótstöðuafli sjúklinganna (sjá einnig á eftir).³

Enda þótt sinnepsgas dugi mjög vel til þess að gera menn óviga um lengri eða skemmri tíma eru dauðsföll af völdum þess á vígvelli samt tiltölulega fá (ca. 3% eða minna), og tengjast yfirleitt sýkingu í öndunarfærum.³

Önnur einkenni. Klíga og uppsala eru algeng eftir mikla áverkun sinnepsgass. Einkenni þessi eru eflaust af sömu rót og sams konar einkenni eftir töku krabbameinslyfja. Við mikla áverkun eru einnig þekkt einkenni frá miðtaugakerfi.³

Sinnepsgasslysið í höfninni í Bari árið 1943.



Mynd 5. Myndin sýnir dæmigerðar blöðrur á fæti sjómanns sem varð fyrir sinnepsgasi úr lekum sprengjum við veiðar í Eystrasalti. Myndin er fengin að láni og birt með heimild Steens Christensen, fyrrverandi yfirlæknis á Borgundarhólmi.



Mynd 6. Myndin sýnir útbreidda áverka eftir sinnepsgas á húð íransks hermanns, sem kom til meðferðar á sænskum spítala í ófriðnum á milli Íraks og Írans á árunum 1982-1988. Myndin er fengin að láni af slóðinni: <http://www.opcw.org/about-chemical-weapons/types-of-chemical-agent/mustard-agents/> og birt með heimild frá Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW).

Síðla árs 1943 gerðu Þjóðverjar loftárás á skip Bandamanna í höfninni í Bari á sunnanverðri Ítalíu. Í árásinni var ekki færri en sextán skipum sökk. Meðal þeirra var bandarískt herflutningaskip (USAT John Harvey) sem hlaðið var um 100 tonnum af sinnepsgassprengjum auk sprengiefna. Skipið nánast sprakk í sundur og allir um borð dóu. Í höfninni voru einnig olíuskip og úr þeim flóði olía. Sinnepsgas blandaðist í olíuna og ýmist brann með henni eða hélst í olíubrákinni þar sem ekki brann. Björgunarmenn gerðu sér ekki ljóst að sinnepsgas væri í olíunni. Þess var því ekki gætt sem skyldi að fjarlægja fót og þvo olíuna af þeim sem bjargað var úr höfninni.⁵ Talið er að 617 hafi fengið sinnepsgaseitrun í árásinni og af þeim dóu 83, helmingurinn úr öndunarfarasýkingum samfara hvítkornafæð.⁵

Verkunarháttur TTS. Yfirleitt er talið að TTS-myndi óstöðugan súlfóníumjón sem er mjög rafsækinn (elektrófil) og hvarfast greiðlega við kjarnasækna (núkleófil) amínóhópa og súlfhýdrýlhópa í líkamanum.³ Þetta eru hliðstæð efnahvörf við myndun etýlenímíníumjóns út frá meklóretamíni (nítur-mustarði). Hvortveggja jónirnar geta valdið alkýleringu á kjarnapróteinum og frumudauða af þeim sökum.³ TTS er einnig þekkt að því að hvarfast við súlfhýdrýlhópa í glútatíoni og eyða þar með fríu glútatíoni. Ef glútatíon skortir er aukið hættu á oxunarskemmdum í frumum og sér í lagi, þar eð glútatíon er hjáensím við glútatíonperoxíðasa sem er eitt af meginnoxavarnarensímum líkamans.³

¹¹ Að jafnaði er skaðleg verkun efna á borð við

TTS mest á frumur í hraðri skiptingu, svo sem á horngevandi frumur í neðsta lagi yfirhúðar og frumur í blóðmerg.

Meðferð eitrona

Klóralk (kalcíumhýpóklórít) gengur í samband við TTS og breytir í síður skaðleg efni (saltsýru, koltvíoxíð, brennisteinstvíoxíð og alkýlklóríð) samfara hitamyndun. Enn betra er að nota magnesíumoxíð í blöndu við klóralk, en magnesíumoxíð bindur TTS og flýtir fyrir efnahvörfum þess við klóralk.¹² Alls staðar þar



Mynd 7. Slímhimnubólga í auga og þrútin augnlok hjá manni sjö dögum eftir áverkun sinnepsgass. Myndin er fengin að láni úr: Willems JL. Clinical management of mustard gas casualties. Ann Med Milit Belg 1989; 3 (supplement 1): 1-61, og birt með leyfi höfundar.

sem sinnepsgas hefur mengað hús, húsbúnað, tæki eða tól, ber að reyna að dreifa klórkalki með eða án magnesíumoxíðs.

Ef menn hafa orðið fyrir sinnepsgasi er eina róttæka aðgerðin sem völ er á að fjarlægja af þeim fót og þvo þeim með sápu og skola með klóramíni (er klórgjafi) í vatnslausn svo fljótt og kostur er. Að öðrum kosti verður að skola með ríkulegu vatni. Best er ef útsettir menn geta gert þetta sjálfir og helst innan fárra mínútna eftir að áverkunin varð. Annars má búast við að TTS hafi náð að frásogast gegnum húðina.³ Gildi slíkra hreinsiaðgerða kom berlega í ljós við slysið mikla í höfninni í Bari 1943. Allir sem náðu að komast úr fótum og hreinsa sig sjálfir, lifðu af.⁵

Andefni (antidote) gegn verkunum TTS eru ekki til. Einkenni frá líffærum verður því að meðhöndla svo sem tilefni er til hverju sinni. Áverkar í húð eru meðhöndlaðir eins og annars stigs bruni og áverkar í augum líkt og við bólgur í augum. Mjög mikilvægt er að skola augun sem allra fyrst. Við áverka í öndunarvegi er reynt að tryggja nægjanlegt súrefnisflæði og koma í veg fyrir sýkingar.

Umræða

Bandaríkjamenn sem kallaðir voru í Sementsverksmiðjuna á Akranesi kunnu svo vel til verka að þeir dreifðu að sögn 200 kg af klórkalki á gólf verksmiðjunnar og víðar innan húss. Mikil mildi er hins vegar að ekki skyldi verða slys þegar sprengjusérfræðingur lögreglunnar í Reykjavík sprengdi sinnepsgassprengju á víðavangi við Elínarhöfða. Sem betur fer stóð vindur af landi og bar sinnepsgasmökkinn því beint á haf út.

Við höfum ekki kannað sjúkraskýrslur fjórmennanna sem urðu fyrir vökvanum úr sinnepsgassprengjunni í mulningsvélinni í Sementsverksmiðjunni. Við höfum hins vegar munnlegar heimildir fyrir því að áverkar mannanna hafi sem betur fer verið vægir eða fremur vægir. Við sinnepsgaseitranir ber þess að minnast að öfugt við lífræn fosfórsambönd (tabún og fleiri) og arsensambönd, sem einnig hafa verið notuð í hernaði og til skemmdarverka, er ekki til andefni (antidote) gegn verkunum TTS. Því verður ekki lögð of rík áhersla á að svipta menn klæðum, þvo og hreinsa, er orðið hafa fyrir sinnepsgaseitrun. Því fyrr sem þetta er gert því betri eru að jafnaði horfur manna á að sleppa vel frá sinnepsgaseitrun. Jafnframt þurfa menn, lækna eða aðrir, sem að koma að gæta þess að menga ekki sjálfa sig eða nánasta umhverfi.

Okkur er ekki kunnugt um að sinnepsgassprengjur hafi oftast fundist í íslenskri landhelgi,

né heldur komið í veiðarfæri íslenskra skipa eins og alloft hefur borið við hjá dönskum fiskimönnum í Eystrasalti.^{13, 14} Er vonandi að svo haldist. Hinu ber samt ekki að gleyma að þrátt fyrir ákvæði *Convention on the prohibition of the development, production, stockpiling and use of chemical weapons and on their destruction* frá 1993, sem Íslendingar og fjöldi annarra þjóða (alls 184) hafa gengist undir, má með rökum ætla að sinnepsgas leynist enn í vopnabúri sumra þjóða. Hér við bætist að TTS er auðvelt að framleiða og ekkert af undirstöðuefnunum til framleiðslunnar er sérstökum hömlum háð. Þá eru greinilegar vísbendingar um að skemmdarverkamenn hafi sýnt tilburði í þá átt að útvega sér sinnepsgas (og fleiri efnavopn) vel vitandi að sinnepsgas getur valdið gríðarlegum usla á fjölförnum leiðum og í mannþröng. Þetta leiðir allt hugann að því að sinnepsgaseitrana kunni áfram að verða vart og réttlætir, fremur en hitt, að um efnið sé fjallað.

Að lokum. Gamalt máltæki segir: Ekkert er svo illt, að ekki boði nokkuð gott. Þetta á vel við TTS eða sinnepsgas sem varð þess valdandi að tekið var að nota krabbameinslyf á 5. áratug síðustu aldar.

Viðauki

Þegar samning þessarar greinar var á lokastigi barst öðrum okkar (PJ) bréf frá Friðþóri Eydal, áður upplýsingafulltrúa varnarliðsins og nú Keflavíkurflugvallar, en hann er manna fróðastur um hernaðarumsvif Breta og Bandaríkjamanna hér á landi á stríðsárunum og síðar. Þar kemur meðal annars fram að: „Bretar og Bandaríkjamenn höfðu báðir sinnepsgaskúlur í fallbyssur sínar hér á landi og Bandaríkjaher var m.a. með liðssveit, sem annaðist geymslu og áfyllingar á slíkar kúlur, nærri Selvatni norðan Lækjarbotna“. Bretar höfðu ekki neinar byssur af hlaupvídd 75 mm (mynd 3), en Bandaríkjaher átti fjölda slíkra byssna, uns stærri byssur leystu þær af hólmi þegar á styrjöldina leið. Í bréfinu segir einnig: „Þessar byssur voru af þeirri gerð sem nefnist howitzer, hlaupstuttar og til þess gerðar að skjóta kúlum í háum boga yfir hindranir á vígvelli“ (mynd fylgdi bréfinu af slíkri byssu við skotæfingar Bandaríkjahers á Sandskeiði). Friðþór vill sömuleiðis að fram komi að Landhelgisgæslan hafi staðfest að sprengjurnar væru bandarískar að uppruna og Bandaríkjaher hefði að stríði loknu leigt íslenska báta til þess að farga skotfærum í sjó í Faxaflóa og við Reykjanes. Var það að minnsta kosti í sumum tilvikum gert í fylgd íslenskra lögreglumanna.

Pakkir

Pakkir eru færðar Óttari Kjartanssyni, kerfisfræðingi, fyrir töku mynda 2-4 og frú Jöhönnu Edwald, gömlum samstarfsmanni okkar, fyrir aðstoð við gerð prenthandrits.

Þá er Friðþóri Eydal þakkað fyrir upplýsingar, sem birtast í viðauka, og yfirlestur handrits.

Heimildir

1. Matvælastofnun. Bréflegar upplýsingar 12. 8. 2008.
2. Jacques J. Les premières victimes de l'ypérite. *New J Chem* 1991; 15:3-4.
3. Sidell FR, Urbanetti Jr, Smith WJ, Hurst CG. Vesicants. Í: *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare* (útg. Sidell FR, Takafuji ET og Franz DR). Office of the Surgeon General. Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center 1997: 197-217.
4. Budiansky S. Chemical weapons. United Nations accuses Iraq of military use. *Nature* 1984; 308: 483.
5. Alexander SF. Medical report of the Bari harbor mustard casualties. *The Military Surgeon* 1947; 101:1-17.
6. Chabner BA, Ryan DP, Paz-Ares L, Garcia-Carbonero R, Calabresi P. Antineoplastic agents. Í: *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics* (Útg. Hardman JG, Limbird L og Gilman AF), McGraw-Hill, New York 2001: 1389-95.
7. Fjórir menn brenndust er sprengja af hafsbótnei fór í munningsvél í Sementsverksmiðjunni. *Frétt í Morgunblaðinu* 23. 2. 1972.
8. Civilforsvarets laboratorium, Danmarks Farmaceutiske Højskole, København: Påvisning af kemiske kampstoffer. København 1962.
9. Curry A. Home Office Central Research Establishment, Aldermaston, Stóra-Bretlandi. Bréflegar upplýsingar 29. 3. 1972.
10. Drasch G, Kretschmer E, Kavert G, von Meyer L. Concentrations of mustard gas (bis(2-chloroethyl)sulfide) in the tissues of a victim of a vesicant exposure. *J Forens Sci (JFSCA)* 1987; 32: 1788-93.
11. Jóhannesson Þ, Kristinsson J, Snædal J. Hrömunarsjúkdómar í heila-oxavarnarensím og kopar. *Kynning á rannsóknum. Læknaðlaðið* 2003; 89: 659-71.
12. Medicinsk rapport. Nya antidoter vid förgiftningar och sennepsgasexponering introduceras. *Laekartidningen* 1992; 89: 548.
13. Aasted A, Wulf HC, Darr E, Niebuhr E. Fiskere udsat for sennepsgas. *Ugeskr Laeger* 1985; 147: 2213-6.
14. Skou Jørgensen B, Olesen B, Berntsen O. Sennepsgasulykker paa Bornholm. *Ugeskr Laeger* 1985; 147: 2251-4.

Mustard gas bombs found astray in the Faxaflói bay Mustard gas: usage and poisonings

The finding in 1972 of two World War II mustard gas artillery shells in crushed shell sediment dredged in the Faxaflói Bay and transported as raw material for cement production at Akranes (Western Iceland) is reported. One of the shells was wedged in a stone crusher in the raw material processing line and was ruptured. As a result dark fluid with a garlic like smell seeped out from the metal canister. The attending employees believed the metal object to be inert and tried to cut it out with a blow torch. This resulted in the explosion of the shell charge and in the exposure of four employees to mustard gas. All suffered burns on their hands and two of them in the eyes also. The second shell was detonated in the open at a distance from the factory. Emphasis is given to the fact that instant, or

at least as soon as possible, cleansing and washing is the most efficient measure to be taken against the debilitating effects of mustard gas. It is also pointed out that the active principle in mustard gas (dichlorodiethyl sulphide) can easily be synthesized and none of the precursor substances are subjected to any restrictions of use. The authors conclude that mustard gas bombs may still be found in the arsenals of some military powers in spite of an international convention that prohibits the production, stockpiling and the use of chemical weapons. Terrorist groups have also seemingly tried to acquire mustard gas bombs and other chemical weapons. Therefore cases of mustard gas poisoning might still occur.

Kristinsson J, Johannesson T.

Mustard gas bombs found astray in the Faxaflói bay
Mustard gas: usage and poisonings. *Icel Med J* 2009; 95: 359-65

Key words: Faxaflói Bay, cement factory, mustard gas bombs, mustard gas shells, mustard gas poisoning, mustard gas synthesis, treatment.

Correspondence: Jakob Kristinsson, jakobk@hi.is